

Digitale Landwirtschaft und das User-Interface – eine Herstellersicht

Michael Jendis

Aufgrund der stetig wachsenden Weltbevölkerung bei gleichzeitig sinkenden Agrarressourcen ist die Automatisierung auf dem Feld notwendig. Die dafür erforderlichen Maschinen, Technologien und Datenströme sind im Entstehen und z. T. verfügbar. Jedoch ist die Automatisierung auf dem Feld im Vergleich zur Fabrikautomation zusätzlichen Störgrößen ausgesetzt, die eine permanent verfügbare Eingriffsressource notwendig machen. Der Autor postuliert die Entstehung von Maschinen Teams, die von einem besetzten Schlepper geführt werden. Durch die Führung der zusätzlichen Automaten, in deren Programmablauf eingegriffen werden muss, wird die Komplexität der Mensch-Maschine Schnittstelle zunehmen. Hier ist aber schon eine Grenze erreicht, sodaß zusätzliche Bedienelemente oder weitere Displays keine Lösung darstellen. Als Lösung werden hier Elemente aufgezeigt, die Flexibilität in der Bedienung und in der Darstellung optimieren und so zu einem permanenten Wechsel in puncto Maschinenbedienung fähig sind. An einem realisierten Prototyp werden Technologien und Funktionsumfänge deutlich gemacht.

Automatisierung, Human Machine Interface, Kontextabhängige Multi-Use Komponenten, Haptische Displays

Digitale Landwirtschaft und notwendige Effizienzsteigerungen

Die Digitalisierung der Landwirtschaft ist wesentlich weiter vorangeschritten, als es den klassisch wirkenden Maschinen auf dem Acker anzusehen ist. Hochpräzise Spurführung, Bearbeitungskartierung, Datenaustausch zur vorbeugenden Instandhaltung oder auch Auftragsübergabe zwischen Farm und Maschine sind heute schon an Bord. Mit dem 5G-Netz und der weiteren Vernetzung der Betriebe mit Cloudanwendungen werden auch die auf dem Schlepper direkt verfügbaren und stetig aktualisierten Daten weiter anwachsen.

Damit steigen die Möglichkeiten, die Daten umfassend im Schlepper zu verarbeiten und zu verknüpfen. Die Kartierung der Böden und die weiteren Datenlayer wie Bearbeitungsstatus, Düngeausbringung, Bewässerung oder Ernteertrag ermöglichen es, die aktuellen Arbeitsschritte auf den Quadratmeter und auf die Pflanze genau zu optimieren. Aktuelle, lokale Wetterdaten und Prognosen gestatten die minutengenaue Terminierung der Feldbearbeitung. Immer leistungsstärkere Maschinen – und dabei geht es nicht nur um die reine Zugleistung, sondern auch um die Leistungsdaten der

hydraulischen und elektrischen Schnittstellen - und dementsprechend performante und breite Anbaugeräte ermöglichen mehr und effizientere Einsätze pro Schlepper.

Diese Effizienzsteigerungen sind notwendig, um die Sicherung der Nahrungs-versorgung auf der Welt sicherzustellen. In der COVID-19 Pandemie wurde die zentrale Bedeutung der Landwirtschaft ersichtlich, denn nicht nur im Gesundheitswesen, sondern auch hier gab es keine Produktions- oder Betriebsunterbrechung. In vielen Staaten wurde die Agrartechnik explizit von Lockdown Maßnahmen ausgenommen und als systemrelevante Produktion eingestuft.

Man könnte nun annehmen, dass die Effizienzsteigerungen proportional zum Wachstum der Weltbevölkerung erfolgen können, um die Versorgung mit Nahrungsmitteln sicherzustellen. Es gibt jedoch weitere Faktoren, die eine weit überproportionale Effizienzsteigerung erforderlich machen. So reduzieren sich am Äquatorialgürtel durch Versteppung, bedingt durch den Klimawandel, die nutzbaren Ackerflächen. Bei uns in Europa fallen stadtnahe Äcker der Ausdehnung der Städte wegen Urbanisierung oder dem Verkehrswegebau zum Opfer. Weitere Aspekte und Ursachen wie schwankende Ernteerträge, vermehrte Nutzung von Ernten als Tierfutter und Biomaterial oder die sinkende Attraktivität der bäuerlichen Arbeit können der Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Notwendigkeit überproportionaler Effizienzsteigerungen;

Aspekt			
	Randbedingung	Ursache 1	Ursache 2
Ackerfläche	Reduzierung der Ackerflächen	Urbanisierung	Versteppung
Ernteertrag und Kosten	Schwankender Ertrag und Bewässerung	Extremwetter und Klimawandel	Trockenheit
Art der Landwirtschaft	Nachfrageplus ökologischer Lebensmittel*	Gesundheitsbewußtsein	Naturschutz / Tierwohl
Pflanzennutzung	Pflanzen als Futtermittel und Rohstoff	Steigender Fleischkonsum	Biomaterialien und Biokraftstoffe
Personalverfügbarkeit	Attraktivität der Farmerarbeit sinkt	Urbanisierung	Arbeitsbedingungen & Bezahlung

*Ökologische Landwirtschaft mit geringeren Erträgen pro Flächeneinheit und höherem Aufwand;
RAHMANN et al., Klimarelevanz im ökologischen Landbau, iTi, 2008

Diese zusätzlichen Faktoren führen gemeinsam dazu, dass die Effizienz-steigerungen wesentlich über der mittleren Prognose zum Bevölkerungs-wachstum von ca. 0,5–1 % jährlich liegen müssen (<https://de.wikipedia.org/wiki/Bevölkerungsentwicklung>). Die Steigerung muss mit weniger Personal und in einem Wetterumfeld erbracht werden, dass zu vermehrten Extremwettern tendiert. Kurz gesagt: wir müssen schneller mehr gesunde Pflanzen erzeugen.

Automatisierung führt zur Effizienzsteigerung

Eine Möglichkeit zur sprunghaften Effizienzsteigerung stellt die Automatisierungstechnik dar. Mit der Digitalisierung und der Weiterentwicklung der autonomen Fahr- und Bearbeitungsfunktionen sind auf den Feldern Maschinenanwendungen möglich, die auf der Straße so nicht oder noch nicht umsetzbar sind. Dies hat hauptsächlich zwei Ursachen: einerseits stellen die Ackerschläge ein wesentlich besser erfasstes, begrenztes und datentechnisch versorgtes Einsatzgebiet für autonome Maschinen dar, als die Gesamtheit des Straßennetzes. Andererseits können die Zusatzkosten für solche (teil-) autonomen Systeme in einem Geschäftsmodell gerechnet werden, sodaß sich aufgrund der Kosten-Nutzen-Abwägung ein Einsatzszenario ergibt, daß den aktuell technisch-wirtschaftlich optimalen Level an Automation zum Einsatz bringt. Im PKW Bereich stellen solche Kosten-Nutzen-Rechnungen in der Diskussion um das autonome Fahren (noch) keine Grundlage für Kaufentscheidungen dar.

Dementsprechend werden Projekte für autonome Farmanwendungen – seien es teil-autonome Systeme (Cobots) oder Vollautomaten (Robots) – vorangetrieben. Dabei werden über die nächsten Jahre sukzessive einzelne Bearbeitungsschritte im Folge- oder Parallelmodus – wie Mähen und Schwadern – erfolgen können, sodass sich zukünftig auf den Feldern verschiedene Ausbaustufen von automatisierten Systemen im Betrieb befinden werden (Pressemitteilung Projekt 5G NetMobil, Fa. BOSCH, 5.2020). Neben menschengeführten Maschinen werden die erwähnten Folgemaschinen sowie vollautonome, traktorähnliche Maschinen vergleichbarer Leistungsklasse aber auch neuartige, leistungsschwächere Schwarmroboter, die für weniger energieintensive Bearbeitungsschritte eingesetzt werden können, verfügbar sein.

Hierzu wird prognostiziert, dass sich mittelfristig Teams aus Maschinen herausbilden, die geplante Arbeiten kooperierend, überwacht oder vollautonom ausführen können. Im Labor, in der Simulation und in prototypischen Anwendungen sind solche Lösungen projektiert und der Verfügbarkeitszeitpunkt in der Breite steht bevor (s.a. Projekt Feldschwarm, TU Dresden, <http://www.feldschwarm.de/index.php/aktuelles>).

Nun ist die Landwirtschaft aber keine Fabrikproduktion, die die Verfügbarkeit von Automatisierungslösungen in der Halle weitgehend absichern kann. Allein die Temperatur- und saisonalen Wettereinflüsse würden jede andere Produktion in den Stillstand treiben und auf längere Sicht unwirtschaftlich machen. Und dabei ist noch nicht an besondere Ereignisse wie nächtlicher Wildwechsel, spielende Kinder, Spaziergänger mit freilaufenden Hunden, landende Heißluftballone oder auch nur ein plötzlich aufziehendes Unwetter gedacht. Aufgrund der unberechenbaren Umwelteinflüsse benötigen die Robots und Cobots auf den Feldern eine flexible Einsatzplanung und somit permanente, zeit- und ortsnahe Betreuung im Einsatzfall.

Mit Maschinenteams und lokaler, zeitnaher Betreuung werden die automatischen Lösungen auf dem Feld jedoch einen erheblichen Beitrag zur Effizienzsteigerung leisten können. Mit dem gleichen Personaleinsatz können in kürzerer Zeit wesentlich größere Flächen bearbeitet werden und Arbeiten, die heute in mehreren Arbeitsgängen hintereinander ausgeführt werden müssen, sind von einem Fahrer, in einer Mission und in einem Zeitfenster erledigt.

Aufgabenstellungen an das User Interface

Mit den kooperierenden Maschinen verändert sich die Aufgabe im digital vernetzten Schlepper von der optimierten Einzel-Arbeitsmaschine auf spezieller, ständig wechselnder Mission hin zu einem Leitstand für ein Maschinenteam, das eine umfangreichere Aufgabe gemeinsam erledigt.

Zur Verdeutlichung des Szenarios nehmen wir einen gemeinsamen Feldeinsatz an, bei dem beispielsweise Grubbern und Säen direkt folgend von einem Fahrer in einer Mission erledigt werden sollen. Die Mission hat nun Einflüsse auf das User Interface, da sich der Maschinenführer nicht nur um die Ausführung seiner Aufgabe – hier: das Grubbern – kümmern muss, sondern auch die Cobots, die im angeführten Beispiel im Schwarm das Säen übernehmen, muss er optimal in der Mission halten.

Die zeitgleiche Führung verschiedener Maschinen stellt hohe Anforderungen an die Flexibilität der Bediener, Bedienelemente und Visualisierungen. Der Wechsel der Aufgaben wird hierbei die Konstante sein. Eben noch im Vorgewende am Feldrand mit dem Grubber beschäftigt, meldet sich ein an einem Feldstein havariierter Cobot. Dann wiederum geht bei einem anderen Cobot das Saatgut zur Neige oder ein Wetterumschwung verlangt eine Umprogrammierung der gesamten Mission von „energieeffizient“ auf „schnell“. Das heutige User-Interface (UI) mit den Anzeige- und Programmier-

displays und einigen frei belegbaren Tasten ist darauf ausgelegt, verschiedene Missionen tages- bzw. stundenweise nacheinander auszuführen und mit etwas Vorbereitungsaufwand können Tasks und Teilbereiche der Bedienelemente automatisiert werden.

Einem permanenten, schnellen Wechsel der Aufgaben und der zu führenden Maschinen mit hoher Ausführungsgeschwindigkeit können diese UIs noch nicht gerecht werden. Durch ein in der Bedien-Funktionalität, Darstellung und Anzeige flexibel gestaltetes UI können beliebige Maschinen vom Leitstand-Schlepper aus programmiert und kontrolliert werden. In der Vision ist das direkte Bedienen der Cobots und Robots im Bedarfsfall vom Schlepper aus möglich, womit die Ausfallzeiten der automatisierten Maschinen minimiert werden können, da je nach Havariefall ein Ferneingriff oder eine Vor-Ort Maßnahme eingeleitet werden kann.

Aufgabenflexibilität mit Multi-Use User Interface

Schon das heutige UI eines aktuellen Traktors in Europa stellt einen Komplexitätsgrad dar, der weit über den UIs von PKWs oder LKWs liegt. Nach SCHEMP et al. setzt sich die Lernzeit für ein beliebiges UI aus den Teil-Lernzeiten für die Funktionalität und Bedienbarkeit zusammen. Wenn man nun die Funktionalitäten eines PKWs oder LKWs mit denen eines multifunktionalen Schleppers vergleicht, ist es offensichtlich, dass die Komplexität der Funktion und Bedienung um ein Vielfaches höher liegt. Wenn der PKW auf eins gesetzt wird, liegt der Traktor im Bereich von 10. Allein die unterschiedlichen Motor-, Antriebs- und Fahrprogramme in Verbindung mit dem variablen Leistungssplitter der thermodynamischen, hydraulischen und elektrischen Antriebe würden die Menüstruktur und Bedienfelder eines PKWs komplett belegen.

So besteht beispielsweise das neu in den Markt eingetretene Arbeitsplatzkonzept FendtONE aus bis zu drei konfigurierbaren, touchfähigen Displays inkl. Remoteprogrammierung und einem z. T. frei belegbaren Bedienpult mit über 50 Steuerelementen. Die Funktionsintegration im Bauraum ist so hoch, dass die Elektronikschaltungen komplexer sind und kleinere Bauelemente Verwendung finden mussten, als bei vergleichbaren PKW-Bedienteilen. Zum Kauf der Maschinen gehört oftmals bei den Herstellern ein mehrstündiger Einweisungsservice, der die Fahrer mit der Funktionalität und Bedienung vertraut machen und ihm effiziente Wege durch das System, zugeschnitten auf seine spezifische Anwendung, aufzeigen soll.

Wenn wir nun die Komplexität weiter erhöhen müssen, um aufgaben- und maschinenflexible Bedienung zu ermöglichen, werden jene Umfänge in den Bediengeräten weiter

zunehmen, welche mehrfach eingesetzt werden können. In der hier beispielhaft dargestellten Bedieneinheit (Abbildung 1) sind solche „Multi-Use“-Komponenten (MU) umgesetzt. Neben programmierbaren farbkodierten Tastern in mehreren Bereichen wurden ein vielfach einsetzbarer Dreh-/Drück-/Kippsteller mit Touchfunktionen sowie ein flexibles Anzeige-system zum Durchflussstatus der Hydraulikfunktionen projiziert. Und doch hat auch dieses System die überwiegende Zahl der Bedienelemente weiterhin im „Single-use“ Umfang (SU) – eine direkt auffindbare, sichere, haptisch durchgängige, erlernbare und bald blind ausführbare Funktion.

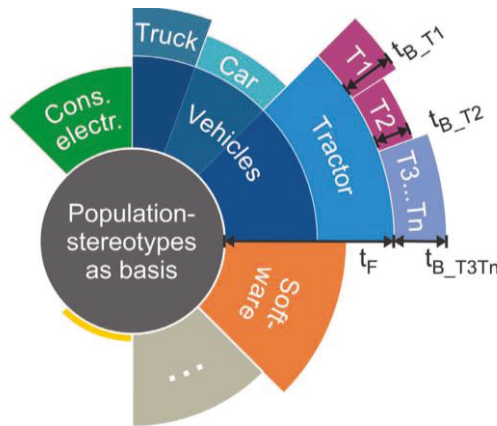


Abbildung 1: Modell zur Beschreibung der Lernzeit als Summe der Teil-Lernzeiten t_F für die Funktionalität und t_B für die Bedienbarkeit (Aus: LANDTECHNIK 73(6), 2018, 188–202, SCHEMP et al.)



Abbildung 2: FendtONE Armlehne mit Multi-use Elementen ((Dreh-/Drück-/Kippsteller), farbkodierte, frei belegbaren Tasten (Erkennungsfarbe: weiß) sowie Kleindisplays zum Floatstatus), Bild: Preh

Mit den neuen Aufgabenstellungen aus der Automation und Digitalisierung wird also die Funktionalität weiter sprunghaft zunehmen. Wesentlich mehr SU Bedienelemente sind aber übersichtlich und im begrenzten Bauraum nicht unterzubringen, so dass die vorhandenen Kontrollsysteme für verschiedene Funktionalitäten genutzt werden müssen oder/und neue Bedienmöglichkeiten hinzukommen werden.

Aus den oben genannten Vorteilen einer SU Funktion ergibt sich ein Zielsystem, dem sich auch die MU Elemente möglichst weitgehend annähern müssen.

- Auffindbarkeit – Gleiche Funktion an gleicher Position, Strukturlogik und eindeutige Identifizierung.
- Sicher – Im Sinne der funktionalen Sicherheit einsetzbar entsprechend dem AgPL (Agriculture Performance Level nach ISO 25119).
- Haptisch durchgängig – Maschinenverhalten, Bedienung und Rückmeldung erwartungskonform und kongruent.
- Erlernbarkeit – Minimale Zeitdauer bis zur effizienten Bedienung.
- Blindbedienung – Auffindbarkeit und/oder Auslösbarkeit bei Blick auf Arbeitsraum.

Zur Verdeutlichung seien hier zwei Beispiele kurz erläutert. Ein Taster ist leicht auffindbar, kann redundant sicher ausgeführt werden, verhält sich absolut erwartungskonform (Drücken, Snap, An/Aus), ist ohne Zeit erlernbar und nach kurzer Einarbeitung blind nutzbar. Im Gegensatz dazu steht ein Touchdisplay mit verschiedensten Untermenüs in denen die gesuchte Funktion erst gefunden werden muss. Eine funktionale Sicherheit selbst der untersten Stufe S0 der ISO 25119 ist mit einem kapazitativen Touchdisplay nicht umsetzbar. Weder eine haptische Rückmeldung noch eine Blindbedienung ist möglich. Allein im Bereich der Erlernbarkeit ist das Touchdisplay aufgrund unseres gewohnten Umgangs mit solchen Anwendungen weitgehend intuitiv.

Zur Erreichung des Zielsystems bei MU Komponenten sind derzeit verschiedene Technologien und Konzepte im Markt und in der Entwicklung, um bei Bedienelementen die Funktionalität zu erhöhen und die Komplexität beherrschbar zu halten. Die betrachteten Möglichkeiten zur Funktionalitäts-erhöhung mithilfe einer flexiblen Bedienung und Anzeige sind in der folgenden Tabelle 2 dargelegt.

Tabelle 2: Möglichkeiten zur Funktionalitätserhöhung von Bedienelementen

Aspekt			
	System	Funktionsumfang	Beispiel
Multi-use	Kontextabhängige Funktion bei gleicher Bedienung	Menü-, Listenauswahl, Bestätigung, Einstellung, Gesten, ...	FendtONE, MAN select
Multi-modal	Bedienung über Sprache oder Gesten	Flexibel, keine Bedienung aktiver Arbeitsfunktionen	Navigation, Telefon, Entertainment PKW
Transformation	Mechanisch verändertes Bedienelement oder veränderte Anordnung	Kontextabhängige Bedienung klassischer SU oder MU	Sperrgassen, erster i-drive BMW, aISA*
Kodierung	Farbliche, symbolische oder haptische Kodierung SU	Zwei bis ca. 5 Bedienebenen darstellbar	FendtONE, ISOBUS-Taster, Displayschalter
Haptisches Display	Display mit Kraftsensor, haptischem Feedback & 3D Elementen	Flexibel, sicherheitsfähig, unterstützt Blindbedienung	Flex-Drive Preh / Active HMI surface

* Projekt Universität Hohenheim und der Fa. Elobau, <https://www.elobau.com/de/news/prototyp-einer-adaptiven-multifunktionsarmlehne-als-neuartiges-bediensystem-fuer-traktoren/>

Auswahl der Multi-Use Technologieansätze

Um Technologien und Ansätze zur Funktionalitätserweiterung des UI zielgerecht entwickeln zu können und deren Potential einzuschätzen, wurde im ersten Schritt eine Kategorisierung zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit erstellt. Die Hauptkriterien für die Auswahl der zu entwickelnden Funktionalitäten bilden die Flexibilität der möglichen Darstellung sowie der Umfang der abbildbaren Bedienversionen. Ein zusätzlich Spannungsfeld ergibt sich aus der Notwendigkeit zur Blindbedienung, die für eine Arbeitsmaschine, deren Arbeitsfeld sich außerhalb der Kabine befindet, für die meisten Funktionalitäten unabdingbar ist. Zusätzlich sind viele Funktionen sicherheitsrelevant nach ISO 25119 einzustufen und somit fallen nicht abgesicherte Technologien – wie die kapazitiven Touchdisplays – als aktive Bedieneinheiten aus und können neben der reinen Darstellung zwar für Voreinstellung oder Programmierung genommen werden,

als sichere Schaltfunktion sind sie aber aufgrund möglicher Fehlsignale nicht einsetzbar. Aus den gleichen Gründen wurden multi-modale Ansätze wie Sprachsteuerung oder Gesten für die Bedienung ausgeschlossen, sie können aber wichtige Ergänzungen in einem holistischen Bedienansatz sein.

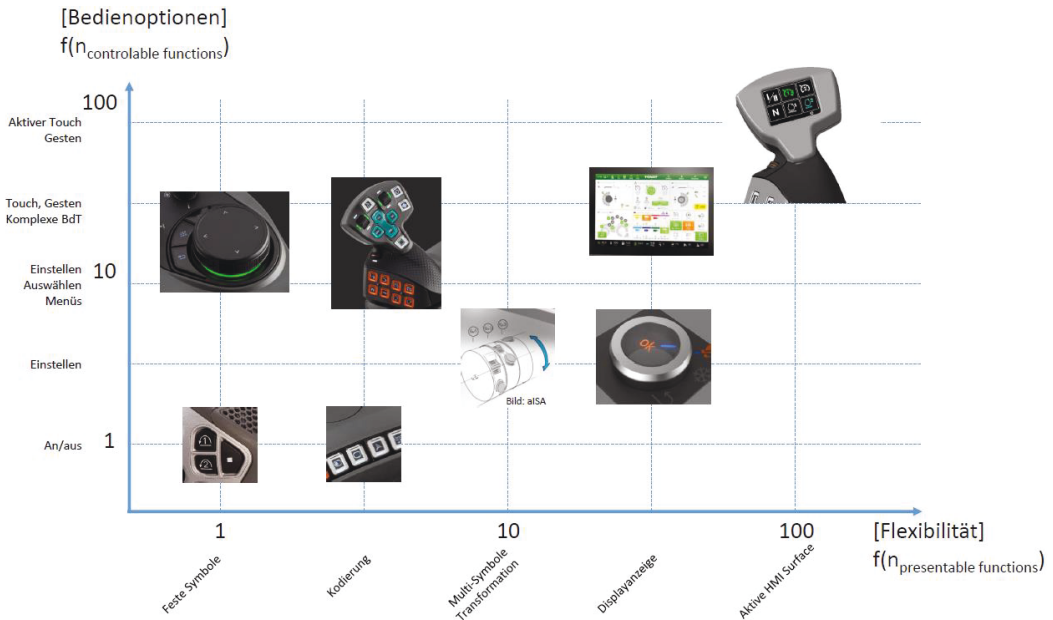


Abbildung 3: Beispielhafte Bedientechnologien für Multi-Use UI Bilder: Preh; Projekt iASA

Einen interessanten Ansatz bildet das unter dem Oberbegriff „Trans-formation“ geführte aISA Projekt, dessen Umsetzung im Prototyp zusätzlich zu den bekannten Unterscheidungskriterien wie Farbe aktiv die Form, Bedienkraft und Anordnung der Bedienelemente verändern kann und dadurch eine Bedienungsumgebung adaptiert, die der jeweiligen Mission optimal entsprechen soll. Dieser Ansatz fand aus 2 Hauptgründen hier keine Anwendung: zum einen ist die mechanische Bewegung robuster haptischer Bedienelemente in einer staub- und partikelreichen Umgebung nicht trivial und kostengünstig darstellbar. Zusätzlich birgt ein kontextbezogenes Wechselverhalten einer Bedieneinheit ein hohes Maß an Verwirrungs- und Irrtumspotential, dass letztendlich zur Ablehnung der Funktionalität führen kann (Marktakzeptanzprobleme beim ersten BMW E65 i-drive mit motorisch veränderbarer, kontextbezogener Haptik und anschließender Neuentwicklung hin zum heutigen Konzept mit fester, durchgängiger Haptik und Schnelleinstiegstasten für meistgenutzte Funktionen).

Der Einsatz von bekannten MU Elementen, wie dem aus dem PKW-Bereich bekannten i-drive, bildet dabei den Einstieg zum maschinenoffenen UI. Die gelernten Bewegungen, Abfolgen und haptischen Verknüpfungen wie Drehen = Einstellen, Drücken = Auslösen oder Kippen = Wechseln bleiben gleich, nur die Visualisierungen und Anwendungen wechseln mit den Maschinen und Arbeitsgeräten.

Maximale Anzeigeflexibilität ist heute über Displays relativ kostengünstig darzustellen. Mit der Verbreitung des Smartphones sind wir es gewohnt, ganz unterschiedliche Funktionen – vom Telefonieren bis zum Bankgeschäft – nur mit einem Display auszuführen. Somit wäre die Nutzung dieser Technologie im Schlepper für aktive Schaltfunktionen wünschenswert, um die freie Programmierbarkeit der Bedienoberfläche zu nutzen.

Aus dem PKW Markt sind Aktiv-Haptiken an Displays bekannt und bei Preh in Serie umgesetzt, die den Bedienkomfort und die Auslösesicherheit erhöhen. Wenn man Mithilfe der dort entwickelten Basistechnologien zur Kraftsensorik, zur Displaybewegung, Akustik und zusätzlichen 3D-Elementen ein robustes, sicherheitsorientiertes Gesamtkonzept entwickelt, kann man ein voll flexibles Bedienkonzept implementieren das die Anforderungen der MU und SU Komponenten zum Großteil umzusetzen vermag und in verschiedensten Bedienkonzepten einsetzbar ist.

Umsetzung der Multi-Use Funktionsintegration über haptische Displays

Zur Umsetzung der grundsätzlichen Funktionalität wurde ein bestehendes Fahrhebel-System soweit modifiziert, daß die Displayfunktion im Bedienkopf untergebracht werden konnte. In der Darstellung im 2,8" TFT Display mit kapazitivem Touch wurde ein sechsfaches Tastenfeld umgesetzt. Ein Wechsel der Tastenfelder ist über eine Wischbewegung möglich. Beispielhaft wurden auch 4-fach Anordnungen und Schieberegler umgesetzt (siehe Abbildung 4). Das Display ist 18-bit farbfähig, sodass auch Fotodarstellungen oder animierte Piktogramme umsetzbar wären.

Zur Ergänzung der Darstellungsflexibilität des TFT Displays kommen Systemkomponenten (in Abbildung 5) hinzu, um die haptische Funktionalität abzubilden. Ein Druck auf den Tastenbereich des Displays verschiebt das Display in Richtung Basisplatte. Diese Bewegung wird induktiv oder optisch gemessen und in einen Kraftwert umgewandelt. Ab einer variablen Auslöseschwelle wird das haptische Feedback als aktive, präzise und stark beschleunigte Bewegung durch einen Magnetaktuator initiiert und

die entsprechende Tasten-Funktion nach weiterer Verifizierung ausgelöst. Zeitlich abgestimmt wird ein akustisches Feedback generiert, um das haptische Erlebnis abzurunden.

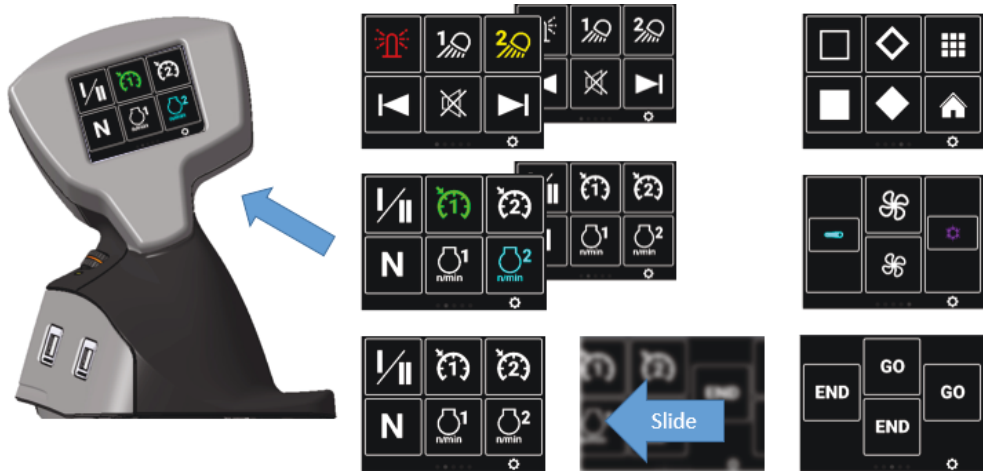


Abbildung 4: Prototyp Multi-Use Fahrhebel mit haptischem Display (Bild: Preh)



Abbildung 5: Funktionsprinzip und Komponenten eines haptischen Displays als Teil eines MU Elements (Bilder und Skizzen: Preh)

Anforderungserfüllung displaygestützter Multi-Use-Komponenten

Neben den offensichtlichen Vorteilen eines displaygestützten MU Elements bezüglich den Darstellungsmöglichkeiten müssen zusätzlich die derzeitigen Alleinstellungsmerkmale von SU Funktionen weitgehend erreicht werden, um einen Entfall möglichst vieler SU Elemente zu erlauben. Grundsätzlich ist festzustellen, daß ein haptisches Display in der Lage ist, wesentlich mehr Funktionen abzubilden und zu übernehmen, als jedes andere betrachtete Konzept.

Auffindbarkeit – auch beim haptischen Display befindet sich die gleiche Funktion immer an gleicher Position. Die Strukturlogik kann mit dem restlichen UI in Design und Verhalten angepasst werden. Die mechanische Anpassung an spezielle Notwendigkeiten in Sondermaschinen oder die eindeutige Identifizierung über 3D Elemente erleichtert das Auffinden (CCI A3: Bedienhebel <https://www.cc-isobus.com/cci-a3-2/>).

Sicher – der Einsatz mehrerer, unabhängiger Sensorsysteme sowie die eingesetzten elektronischen Komponenten, die Diagnosen und das Absicherungskonzept im Safety Manual ermöglichen den haptischen Displays die Erfüllung der Anforderungen im Sinne der funktionalen Sicherheit entsprechend den geforderten AgPLs (Agriculture Performance Level nach ISO 25119).

Haptisch durchgängig – durch das Grundverhalten des haptischen Displays als „Taster“ ist das Maschinenverhalten, die Bedienung und Rückmeldung erwartungskonform und kongruent. Mögliche Verhaltensvarianten – durch Veränderungen beim haptischen Feedback – sind technisch möglich, müssen aber deutlich unterscheidbar und verstehbar sein, um nicht als Fehlverhalten interpretiert zu werden.



*Abbildung 6: Drehstellerintegration und haptische Landschaften u.a. zur Blindbedienung
(Bild: Preh)*

Erlernbarkeit – aufgrund dem aus dem Lebensalltag bekannten Umgang mit zahlreichen Funktionsumfängen Mithilfe von Displays, hängt die Lernzeit hier mehr von der UI Gestaltung und deren Integration als vom Bedienelement selbst ab. Das Potenzial für eine intuitive Bedienumgebung ist bei haptischen Displays vorhanden.

Blindbedienung – Zur Verbesserung der Auffindbarkeit und/oder Auslösbarkeit mit Blick auf den Arbeitsraum können zusätzliche haptische Elemente eingebracht werden. Die 3D-Elemente können neben aktiven Komponenten wie Taster oder Drehsteller

auch passive Formen wie Fühlhilfen, Ätzungen oder Separatoren sein. Aktuelle Beispiele aus Serienapplikationen und prototypischen Umsetzungen sind in Abbildung 6 dargestellt.

Ausblick

Mit der Realisierung einer prototypischen Fahrhebelanwendung konnte das Potential des Einsatzes solcher haptischen Displays in landtechnischen Bedien-Anwendungen aufgezeigt werden. In einer zweiten Phase werden nun die umsetzungsrelevanten Parameter wie Anwendungsszenarien, Produktions-konzept und Kosten zu klären sein, um solche Systeme in verschiedenen Einsatzgebieten zu testen und die Machbarkeit und Nutzbarkeit zu bestätigen.

Durch die zusätzliche Integration von 3D-Elementen wie integrierte Taster, Drehsteller oder strukturierte haptische Landschaften kann die Nutzbarkeit weiter gesteigert werden.



Abbildung 7: Prototyp (Bild: Preh)

Literaturverzeichnis

Rahman, G; Aulrich, K.; Barth, K.; Böhm, H.; Koopmann, R. Oppermann, R; Paulsen; H.M.; Weißmann, F. (2008): *Klimarelevanz des Ökologischen Landbaus – Stand des Wissens*. In: Landbauforschung - vTI, 1/2 2008 (58), S. 71-89.

Schemp, T; Möhring, J.; Böttinger, S. (2018): *Methods to objectively ensure ergonomic standards in driver cabins*. In: Landtechnik 73(6), 2018, S. 188-202.

aISA (2017): *Pressemitteilung Forschungsprojekt aISA*. Internet: <https://www.elobau.com/de/news/>

BOSCH (2020): *Pressemitteilung Projekt 5G Net*. Internet: <https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/news/>

CCIsobus (2020): *Bedienhebel CCI A3*. Internet: <https://www.cc-isobus.com/cci-a3-2/>

Wikipedia (2021): <https://de.wikipedia.org/wiki/Bevölkerungsentwicklung>. Internet: <https://de.wikipedia.org/>.

Kontakt

Dipl.-Ing. Michael Jendis
Preh GmbH
Schweinfurter Str. 5–9
97616 Bad Neustadt a. d. Saale
www.preh.de